

煤矿采矿过程中的岩层控制技术研究

段绍勇

贵州图南矿业(集团)有限公司, 贵州 兴仁 562300

摘要: 随着社会经济的快速发展, 我国的能源需求量越来越大, 这就要求我国加大对煤炭资源的开采力度。为了提高煤炭资源的开采效率, 必须要加强对煤矿采矿技术的研究和分析, 以此来提高煤矿采矿质量。基于此, 本文重点对岩层控制技术在煤矿采矿过程中的应用进行深度分析, 希望能够对相关人士有所帮助和启发。

关键词: 煤矿; 开采; 岩层控制; 安全

Research on Rock Layer Control Technology in Coal Mining Process

Duan Shaoyong

Guizhou Tunan Mining Industry (Group) Co., Ltd, Guizhou, Xingren 562300

Abstract: With the rapid development of social economy, China's energy demand is getting bigger and bigger, which requires China to increase the mining of coal resources. In order to improve the mining efficiency of coal resources, it is necessary to strengthen the research and analysis of coal mining technology, so as to improve the quality of coal mining. Based on this, this paper focuses on the application of rock layer control technology in the coal mine mining process for in-depth analysis, hoping to be able to help and inspire the relevant people.

Keywords: coal mining; mining; rock control; safety

伴随着煤矿资源开发力度的加大, 一些煤矿企业在开采过程中暴露出更多问题, 特别是在岩层控制技术的应用方面, 由于相关人员对其的重视程度和应用效果较差, 导致大体积岩层异常移动现象频繁发生。因此本文对岩层控制技术的概念、影响因素及应用措施进行讨论, 旨在促进我国煤矿开采事业的稳定发展。

一、岩层控制技术概述

在煤矿开采过程中当煤层采出后, 采空区周围原有的压力平衡状态会受到破坏而引起应力的重新分布, 从而导致岩层出现变形、移动与破坏等情况, 这种由下而上发展至表层而引起地表移动的现象被称为岩层移动。开采人员为了尽可能减轻和调节矿山的压力作用, 降低岩层移动的情况发生, 通常会采用岩层控制技术等一系列技术措施来保证采矿过程中的安全。具体来说, 岩层控制技术主要是通过留设煤柱、充填开采和调整开采工艺参数这三种方式来控制岩层移动, 同时在岩层控制技术应用过程中还需要通过支护技术、注浆加固技术以及应力控制技术等相关技术的结合应用来进一步提升岩层的整体强度和稳定性。

二、煤矿采矿过程中影响岩层控制技术的因素分析

(一) 岩层地质条件

对于煤矿采矿作业而言, 岩层地质条件的整体情况是岩层控制技术在实施过程中的重要影响因素之一, 主要是由于处于不同地质环境下的岩层其稳定性和力学性质也有所差异, 因此对于岩层控制技术的选择也需要更具针对性。对于岩层较为稳定的地质

条件多以锚喷支护或锚网索支护等支护技术为主, 而如果遇到岩层地质较为活跃的情况则要通过注浆加固和预应力锚杆等技术的组合应用来对岩层进行相应的控制。另外, 裂缝、倾斜角和岩层厚度等也是导致岩层开采作业难度增加的主要因素, 都需要通过相应的控制手段来实施^[1]。

(二) 采矿方法

一般而言, 采矿方法主要是指采矿人员进行煤矿开采过程中所应用到的技术手段, 面对不同的矿井环境和岩层地质条件需要选择不同采矿方法。在操作特点与环境条件的限制下, 对于岩层控制技术也提出了不同的要求。例如, 传统的爆破方法具有极强的冲击力, 若使用该方法进行采矿会对岩层造成巨大的破坏, 引发塌陷的问题, 因此需要强化支护措施以保障采矿安全性。长壁采煤方法采用一次性开采作业的方式能够有效降低开采过程中的岩层变形与移动等问题, 有助于在开采环节对岩层进行全面把控^[2]。

(三) 采矿深度和开采规模

对于煤矿采矿作业而言, 当开采规模及深度不断增加的情况下, 岩爆或地压等造成的更大范围的影响也意味着在岩层控制方面将会面临一系列困难与挑战。在当前采矿深度日益提升的条件下, 传统的岩层控制技术因过于落后无法适应采矿要求而不再适

用,急需引入先进的、前沿的岩层控制技术。另外,随着采矿规模及范围的逐渐增大也会使得支护压力大幅增加,对于岩层控制技术的应用也是一种更大的考验,因此开采人员需要根据矿井特点和采矿需求来进行更为精确与合理的规划,使得岩层控制技术的应用效果更佳^[3]。

(四) 地表建筑和地下设施

对于煤矿采矿工作来说,地下基础设施和地表建筑物容易对岩层控制技术的整体应用效果造成影响,具体来说,地表建筑通过其自重和可能的其他附加荷载对下方岩层产生分布不均匀的压力,导致岩层产生变形、开裂或破坏等现象。而地下设施的开挖会破坏原有的岩层结构而形成临空面,为了保持岩层的稳定性需要采取相应的支护技术。而支护方式、支护结构强度以及刚度等都会影响岩层控制技术的应用效果^[4]。

(五) 环保要求和安全要求

在现代煤矿开采深度与范围不断增加的背景下,在环保和安全方面也提出了更加严苛的要求,应当引入多样化控制技术并进行合理使用,确保能够提升岩层管理与控制效果。具体可从以下几方面入手:在开采过程中秉持着节约资源的理念,提高煤炭的回收效率确保有更多的煤炭被开采出来,同时有效减少无用岩石即矸石的数量;使用先进的绿色矿山技术,在开采环节避免产生污染问题,同时严格管控资源浪费现象,提升环境保护水平;对矿山安全加大管理力度,及时发现风险隐患及时采取措施消除,保障煤矿开采的稳定性与安全性^[5]。

三、煤矿采矿过程中岩层控制技术的实践与应用

(一) 工程概况

贵州省某煤矿的煤层深度约300—500m,开采企业使用综采工艺后发现该工艺受采煤工艺和地质条件等复杂因素的限制程度较大,部分岩层存在难以控制等情况,因此需要采取相应的岩层控制技术及优化措施来实现高效开采,表1为煤层与岩层的地质情况。

表1 煤层与岩层的地质情况

地质情况	数据	地质情况	数据
煤层埋度	300—500m	围岩地应力	15—20MPa
围岩类型	砂岩和泥岩	煤层采动影响范围	180m左右
围岩稳定性	较差	煤层含水量	8%—15%
煤层厚度	2.4—4.4m	围岩变形模量	5—10GPa
煤层倾角	6—17°	煤层伸展系数	1.4—1.7

(二) 应用措施

1. 强化勘探与预测作业

在该煤矿开采作业中,为了实现煤炭与金属矿产等地下资源开采作业的高效与安全,技术人员在开采前可以采用地质填图、钻探、物探和化探等技术手段对矿区的地质构造与岩性分布等情况进行准确勘查,并利用三维建模技术和地理信息系统将勘探作业所收集到的数据转化为三维地质模型,使开采人员能够更加清晰和直观地了解矿区的地质结构。同时,勘探人员也要根据矿区

的开采规模与地质条件对勘探点加以布置,并根据勘探需要在关键区域或地形较为复杂的区域适当加密勘探点,保证这一过程能够获得到更为详细的地质信息。此外,技术人员将勘查工作所收集到的数据通过集成处理等方式形成一个统一的数据平台,并运用地质学、岩石力学和统计学等多学科知识对这些数据进行深入分析,以此来为岩层控制技术的应用奠定更为坚实的数据基础。

预测作业主要是对岩层变形和地质灾害等情况进行预测,帮助开采人员提前获取到影响开采作业质量与安全的环境信息,具体来说,预测人员可以利用FLAC或ANSYS等数值模拟软件,根据勘探数据和地质模型来对岩层的变形情况进行预测分析,并结合历史数据和工程实践总结出岩层变形的经验公式,使其能够快速预测出岩层的变形趋势。而地质灾害则需要通过岩层应力变化与微震活动等指标,对可能产生的地表沉陷程度进行预测。例如:某矿区采用智能开采技术,通过传感器和监测系统实时对岩层变化情况进行监测,成功实现了对岩层变形的精准控制以及对地质灾害的有效预防。

2. 多种采矿技术协同作业

岩层控制是采矿技术的重要内容之一,其涉及巷道布置、开拓部署、巷道支护、顶板管理以及灾害防治等多个方面的内容,在开采过程中多种采矿技术的协同作业能够帮助开采人员顺利应对多种复杂的地质条件,使得开采作业的难度大幅度降低。①综采工作面智能化技术通过集成传感器、自动化控制系统和远程监控设备实现对开采工作面的切割、支护与运输等流程,在这一技术体系中,采煤机和液压支架等多种设备通过有线或无线网络实施数据传输和协同作业来提高整体开采效率。②在采煤工作面过断层等地质复杂区域,锚杆支护与注浆加固技术主要被用于提升煤岩体的承载力与稳定性等方面,锚杆支护采用加大煤岩土约束力的方式实现离层和冒落等现象的发生;而注浆加固则借助填充裂隙的方式对岩体的稳定性进行加强。③随着5G技术的快速发展,5G+连续采煤机器人协同作业能够与掘进机、运煤车和破碎机机械形成协同作业模式,并通过实施数据的传输与同时实现彼此之间的信息共享与协同控制,使人工操作的风险和误差问题得到有效解决。

3. 加强支护技术应用

支护技术的合理应用能够对岩层变形控制工作起到良好效果,煤矿开采人员需要根据煤层地质条件、采矿技术以及矿井环境等条件选择匹配度和契合度较高的支护方式。锚杆支护、液压支架支护和架棚支护都是煤矿开采过程中较为常用的支护方式,而针对特殊的煤层情况也可以选择预应力锚杆和地下钢筋混凝土预制构件等效果更好的方式来实现支护作业的稳定性。在支护过程中,施工人员不仅需要支护材料与方法的安全性与环保性进行重点关注,还要采取必要的监测与评估手段来分析支护效果,使其能够不断对支护技术加以改进和优化。

4. 提高开采设备技术水平

开采设备所具有的技术含量对于岩层控制技术的应用效果具有重要意义,应用机械化与自动化程度更高的开采设备与技术是减少人为干预因素,降低岩层移动的有效方式。智能化开采机

械、掘进设备及传送装置的合理应用能够使采矿作业更加高效与环保，而传感器技术、数字化和智能化技术则为采矿过程的智能化管理与优化提供了必要条件，其在提升采矿精度的同时还能防止煤矿安全事故的发生。

四、岩层控制技术的未来发展趋势

（一）岩层控制技术的创新方向和途径

岩层控制技术的合理使用能够切实提升煤矿开采过程中的安全性与实效性，在新时代背景下，对其进行革新与优化不仅能够显著提升煤矿开采效率，还有助于减少风险因素，保障煤矿开采的安全性。

（1）新型支护材料与技术：随着煤矿开采难度和开采需求的不断增加，技术人员需要在支护技术方面做出新的尝试和突破才能应对现如今更为复杂的开采环境，在支护材料方面可以选择塑料金属网或 GRE 绿色装配式面层材料来提高支护结构成型质量。而锚背支护技术与型钢支护技术的融合应用能够实现彼此之间的优势互补，使得巷道的安全性和稳定性进一步增加。

（2）高效冲击类岩层控制技术：通过先开采且不存在冲击危险的煤层解放来解放具有冲击危险的煤层，以达到降低煤层支承压力峰值，改善背保护层开采中能量积聚与释放的空间分布状况，进而实现降低冲击地压的作用。

（3）智能化岩层控制技术：目前，在人工智能、物联网、大数据等先进技术的推动下，实施有效措施对智能化岩层控制技术进行革新与研发受到了广泛关注并逐渐成为了创新式焦点，具体而言，通过有机结合智能感知技术，能够实现对岩石运动和破裂状态的实时性监控和精准性评估，在岩层控制过程中有效提升可靠性和安全性

（二）岩层控制技术的发展趋势

（1）多元化发展趋势：岩层控制技术正在朝着一个多样性的发展方向不断迈进，展现出较高度度的数字化、先进化、一体化

与智能化，这也意味着未来的岩层控制技术会在自动化与智能化技术的加持下变得更加稳定与高效。

（2）绿色环保发展趋势：在全社会对绿色环保进行不断倡导与强调的影响下，群众环保意识逐渐增强，因此，岩层控制技术的过程中也应遵循绿色环保理念。具体来讲，就是在岩层控制过程中应树立可持续发展理念，避免出现污染环境的不良事件，打造一个煤矿绿色生态环境。

（3）智能化发展趋势：在数字化技术、智能机器人以及传感器技术等的发展与创新过程中，岩层控制技术与这些现代化技术进行融合应用是该技术的主要发展方向。未来的岩层控制技术能够实现实时监测与数据分析、智能预测与预警和智能支护与加固等功能，大幅度提升开采效率。

（4）系统化发展趋势：将来，能够实现将岩层控制技术与煤矿开采系统、安全管理等有机结合、协同使用，在全面、深入了解不同岩层特点和开采要求的条件下，实现岩层控制技术的合理使用与科学研究，提升岩层控制的系统化、一体化水平。

（5）可视化发展趋势：利用三维建模技术，根据地质勘探数据和开采设计方案构建出矿山的真实三维模型。在模型中可以模拟不同开采阶段的岩层应力变化、变形趋势等动态过程，使其能够更加直观地展示岩层在开采过程中的变化情况，帮助工程师及时发现潜在的安全隐患并采取措施进行处理。

结语：

综上所述，煤矿在开采过程中由于岩层会受各种因素的影响而不可避免地会发生岩层移动和破坏现象，因此，开采人员需要采取有效的技术措施对岩层进行控制，以确保煤矿开采的安全性。文章阐述了煤矿开采过程中岩层控制的重要性，分析了岩层控制技术的应用，希望能够对相关企业提供有所启发。

参考文献：

- [1] 陈春雷. 煤矿开采中的岩层控制技术研究与应 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2023,(19):124-126.
- [2] 刘栋, 王聪聪. 采场智能岩层控制技术与数据处理技术研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2023,(09):24-26.
- [3] 康红普, 冯彦军, 张震, 等. 煤矿井下定向钻孔水力压裂岩层控制技术及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2023,51(01):31-44.
- [4] 康红普, 徐刚, 王彪, 等. 我国煤炭开采与岩层控制技术发展 40a 及展望 [J]. 采矿与岩层控制工程学报, 2019,1(02):7-39.
- [5] 伍永平, 皇甫靖宇, 解盘石, 等. 基于大范围岩层控制技术的大倾角煤层区段煤柱失稳机理 [J]. 煤炭学报, 2018,43(11):3062-3071.